

L'expérimentation de produits herbicides au Nord Cameroun : résultats récents et perspectives de développement

J. Martin

Institut de la Recherche Agronomique, CRA - Programme Coton, BP 33, Maroua, Cameroun.

Résumé

Jusqu'à présent, les travaux concernant le désherbage chimique au Nord Cameroun avaient essentiellement porté sur la culture cotonnière. En 1989, un programme plus étoffé concernant les principales cultures de cette région (coton, maïs, sorgho, arachide) a été mis en place. Dix-huit produits herbicides ont été placés dans 58 essais, répartis sur 5 sites présentant une gamme variée de caractéristiques pédoclimatiques et floristiques.

Les résultats obtenus montrent que tous les produits testés sont peu ou pas efficaces sur *R. cochinchinensis* et *C. obtusifolia*, que les associations comportant une chloro-triazine sont efficaces contre *C. benghalensis*, et que seules trois associations (diuron + fluométuron, propazine + terbutylazine, atrazine + linuron) présentent une efficacité moyenne sur *I. eriocarpa*.

Parmi les produits testés, diéthyl-éthyl + fluométuron en culture cotonnière, atrazine + métolachlore, atrazine + métolachlore + glyphosate et ABIDM-31 en maïs culture présentent une excellente sélectivité sur ces cultures.

Pour arriver à une maîtrise correcte des adventices, ces travaux doivent se poursuivre en mettant l'accent à la fois sur la recherche de molécules et de techniques performantes de traitement et sur l'étude d'itinéraires techniques à proposer en milieu réel.

MOTS CLES : coton, maïs, sorgho, arachide, Cameroun, herbicides, associations de produits.

Introduction

Les travaux menés par l'IRA au Nord Cameroun en matière de malherbologie (*Striga exclud*) ont été essentiellement le fait de la section d'agronomie du programme coton.

Ils concernaient la culture cotonnière et comprenaient quelques études de nuisance et une expérimentation sur les herbicides.

Les études de nuisance globale des adventices en culture cotonnière ont été menées par enquête (DUBERNARD, 1974) ou expérimentation (EKORONG, 1985 ; MARTIN, 1988). Il en ressort que, pour la période comprise entre le 10^e et le 40^e jour après le semis, les pertes de rendement dues à un retard du premier sarclage s'élèvent de 15 à plus de 30 kg/ha de coton-graine, par jour de retard par rapport à la date optimale de sarclage (vers le 10^e jour le plus souvent). Cela situe la maîtrise de l'enherbement quasiment au même niveau que le facteur date de semis, dans l'élaboration du rendement.

L'expérimentation sur le ciblage d'herbicides utilisables en culture cotonnière a débuté très tôt, en 1966. Dans les années 70, la méthodologie actuelle a été définitivement

adoptée. Une brève synthèse (DEAT, 1988) des résultats obtenus entre 1978 et 1988 établit que suite - à l'étude de 30 produits en efficacité, 6 en sélectivité, 8 en arrière-effet et 2 en milieu réel - 4 herbicides se sont avérés utilisables en culture cotonnière (dipropétryne 1500 g/ha, dipropétryne + métolachlore 1200 g/ha, prométryne + fluométuron 1500 g/ha, terbutryne + métolachlore 1000 g/ha).

Cependant, l'activité «herbicide» n'a occupé jusqu'à présent qu'une place très secondaire dans le programme coton de la section d'agronomie.

Pour sa part, la Sodecoton a commencé dès 1976 à vulgariser les herbicides sur le cotonnier d'abord, puis sur maïs et arachide en culture intensifiée. Après un développement très rapide au début, leur utilisation sur coton s'est maintenue à un niveau quasiment constant et inférieur à 13 000 ha pendant toute la dernière décennie : sur maïs, leur utilisation est importante et représente plus de la moitié des surfaces (tabl. 1).

L'utilisation des herbicides touche principalement la région au Sud-Est du Bénoué.

* Cotofor, Cotodon, Cotogard 31/ha, Igan Combi 400 2,5 l/ha.

TABLEAU 1
Surfaces désherbées chimiquement au Nord Cameroun.
Chemical weed control in North Cameroon.

Cultures		1987	1988	1989
Coton :	ha	11 563	12 737	12 547
	%	13	11	14
Maïs :	ha	2 609	2 979	3 762
	%	68	55	59

En 1988, à la faveur du projet «Recherches sur l'intensification et la diversification des zones cotonnières» et en profitant de la dynamique créée par le projet régional de malherbologie, nous avons proposé de donner une place plus conséquente à l'expérimentation sur la lutte contre les mauvaises herbes du coton et des cultures vivrières associées.

Ce programme a pu voir le jour grâce à l'appui de cinq firmes phytosanitaires (Calliope, Ciba-Geigy, Dow-Elanco, Rhone-Poulenc, Roussel-Uclaf).

L'expérimentation herbicide

Rappel méthodologie

Le schéma d'étude des herbicides utilisé a été mis au point par l'IRCT (DUBERNARD, 1971 ; BRAUD 1971 ; et homologué par la Commission des essais biologiques (CEB) de la Société française de phytologie et de phytopharmacie, en 1981 (DEAT). Il comprend 4 phases d'étude :

- efficacité sur la flore adventice (doses : 3/4, 3/3, 3/2 de la dose de référence) ;
- sélectivité vis-à-vis des cultures (doses : simple, double, triple de la dose efficace) ;
- arrière-effet sur les cultures subséquentes ;
- approche économique.

Les trois premières phases consistent en des essais en milieu contrôlé, avec 250 l/ha en pulvérisation

conventionnelle. La dernière phase comporte des tests en milieu paysan (TMP) ; les traitements sont réalisés à bas volume (BV), à l'aide d'appareils à disque rotatif.

Pour cette première année, seules les phases 1 et 2 ont été réalisées.

Programme

Il porte sur 18 produits appliqués à 4 cultures, sur 5 sites et 56 essais.

Les produits sont pour la plupart des associations comprenant 2 matières actives à effet résiduaire, appartenant principalement à 4 familles chimiques : certaines d'entre elles comportent une 3^e matière active (glyphosate) qui leur confère une activité de contact (tabl. 2 et 3).

TABLEAU 2
Expérimentation herbicides 1989. Produits testés.
1989 herbicide trials. Products tested.

Culture	Firmes	Spécialité	Matières actives et concentration en g/l			Formulation
Coton	Ciba	COTOGARD	prométryne	250 + fluométuron	250	500 SC
	Calliope	CALLIFOR	prométryne	250 + fluométuron	250	500 SC
	Calliope	CALLIFOR G	prométryne	250 + fluométuron	250 + glyphosate 80	580 SC
	Ciba	COTOPRIM	terbutryne	165 + métolachlore	200 + glyphosate 60	425 SC
	Calliope	DIFLUCAL	diéthathyléthyl	275 + fluométuron	225	500 SC
	R.P.A.	FLUORONE	diuron	250 + fluométuron	250	500 SC
	Dow	GALLANT	haloxyfop	125		125 EC
Arachide	Ciba	IGRAN-COMBI	terbutryne	167 + métolachlore	333	500 EC
	Ciba	COTOPRIM	terbutryne	165 + métolachlore	200 + glyphosate 60	425 SC
	Calliope	CAL H 8902	prométryne	250 + linuron	250	500 SC
Maïs	Calliope	ALLIZINE	atrazine	250 + alachlore	250	500 SC
	Ciba	PRIMEXTRA	atrazine	170 + métolachlore	330	500 SC
	Ciba	PRIMAGRAM Extra	atrazine	+ métolachlore	+ glyphosate	435 SC
	Dow	-	ABIDM-01			(?) EC
Sorgho	Ciba	PROPAGARD	propazine	250 + terbutylazine 140		420 SC
	Ciba	PROPAGARD Extra	propazine	206 + terbutylazine 106 + glyphosate 34		346 SC
	Calliope	CAL H 8900	atrazine	350 + linuron	150	500 SC
	Calliope	CAL H 8901	atrazine	180 + propachlore		300 480
SC						
ICI		GRAMOXONE	paraquat	200		200 SL

TABLEAU 3

Familles de matières actives testées.
Types of active ingredient tested.

Famille	Matière active
Dérivés de l'urée	fluométuron diuron linuron
Anilides substituées	metolachlore alachlore propachlore
Chloro - triazines	atrazine propazine terbutylazine
Méthyl thio - diamino - S - triazines	prométryne terbutryne
Autres	haloxyfop diethathyl-éthyl glyphosate paraquat ABIDM-01

Les 4 cultures sont le coton, l'arachide, le maïs et le sorgho.

Les 5 sites (terrains de 1,5 hectares, loués à des cultivateurs et placés sous la surveillance de 5 saisonniers) présentent une variabilité assez importante d'un triple point de vue :

- pédologique, avec 4 types de sols (fersiallitique, ferrugineux, alluvions, planosols) ;
- floristique, avec 117 adventices différentes relevées, le nombre d'espèces par site variant de 45 à 94 ;
- climatique, avec des cumuls pluviométriques allant de 750 à 1150 mm.

Les essais d'efficacité sont réalisés sur les quatre cultures, ceux de sélectivité sur coton et maïs. Les traitements réalisés sont de 3 types, les deux premiers étant les principaux :

- post-semis, pré-levée de la culture et des adventices (« pré-levée ») ;
- post-semis, pré-levée de la culture et post-levée précoce des adventices (« post-précoce ») ;
- post-semis, post-levée de la culture et des adventices (« post »).

Essais d'efficacité

Résultats

Quatre séries de cotations (à 15, 30, 45 et 60 jours) et un relevé floristique exhaustif à 45 jours ont été effectués pour apprécier l'enherbement global et spécifique des parcelles.

Parmi les 117 espèces de mauvaises herbes relevées dans les essais, une trentaine sont importantes (tabl. 4).

D'une façon générale, la végétation adventice est dominée par les dicotylédones et les commelinacées : les plus fréquentes sont *Leucas martinicensis*, *Ipomoea eriocarpa* et *Commelina benghalensis*, les 2 dernières étant les plus problématiques. Cependant sur certains champs, *Rottboellia cochinchinensis* est abondant. Quant à *Cyperus rotundus*, il n'est rencontré que par foyers d'extension limitée. Signalons qu'*Euphorbia heterophylla*, envahissante en Côte d'Ivoire, n'est pas représentée dans notre expérimentation, bien qu'elle ait été signalée sporadiquement sur une demi-douzaine de sites au Nord Cameroun.

Les principaux résultats d'efficacité globale des produits ainsi que leur efficacité spécifique sur les trois adventices les plus fréquentes sont présentés ci-après, culture par culture, en distinguant les modalités « pré-levée » et « post-précoce ».

• Traitements sur coton, en « pré-levée »

Produit commercial	Composition	Dose de référence l/ha	
Fluorone	fluométuron 250 + diuron	250	4
Diflucal	fluométuron 225 + diethathyl-éthyl	225	3
Cotogard	fluométuron 250 + prométryne	250	3
Callifor	fluométuron 250 + prométryne	250	3

Seul Fluorone à 4 l/ha reste efficace 45 jours après le traitement ; jusqu'à 30 jours, tous les produits sont efficaces, et le classement s'établit comme suit, les écarts étant peu marqués : Fluorone à 3 l/ha, Diflucal et Cotogard à 3 l/ha, Callifor à 3 l/ha.

Leurs spectres d'action, voisins, présentent les caractéristiques suivantes (à la dose de référence).

Produit	l/ha	Efficacité contre les adventices :		
		<i>C. benghalensis</i>	<i>I. eriocarpa</i>	<i>L. martinicensis</i>
Fluorone	4	moyenne	moyenne	bonne
Diflucal	3	moyenne	insuffisante	moyenne
Cotogard	3	insuffisante	insuffisante	moyenne
Callifor	3	insuffisante	insuffisante	moyenne

• Traitements sur coton, en « post-précoce »

Produit commercial	Composition	Doses de référence l/ha	
Cotoprime	terbutryne 167 + métolachlore 333 + G ¹ 60	3	
Callifor G	fluométuron 250 + prométryne 250 + G ¹ 80	3	
Callifor + Gramoxone	fluométuron 250 + prométryne 250 + paraquat 200	3+1	

(1) G : glyphosate

TABLEAU 4

Liste des principales adventices rencontrées dans les essais.

The main weeds observed in the trials.

MONOCOTYLEDONES

CYPERACEAE

Bulbostylis barbata (Rottb.) C.B.Cl
Cyperus rotundus L.
Fimbristylis hispidula (Vahl) Kunth
 subsp. *senegalensis* (Cherm.) Napper
Kyllinga squamulata Thonn. ex Vahl
Mariscus squarrosus (L.) C.B.Cl.

POACEAE

Digitaria horizontalis Willd.
Dactyloctenium aegyptium (L.) P. Beauv.
Echinochloa colona (Linn.) Link
Pennisetum pedicellatum Trin.
Rottboellia cochinchinensis (Lour.) W. Clayton
Setaria pumila (Poir.) Roem. & Schult.

COMMELINACEAE

Commelina benghalensis L.
Commelina forskalei Vahl
Commelina subulata Roth

DICOTYLEDONES

AMARANTHACEAE

Achyranthes aspera L.
Celosia trigyna L.

ASTERACEAE

Acanthospermum hispidum DC.
Vernonia galamensis Schreb.
Chrysanthellum americanum (L.) Vaitke
Tridax procumbens L.

CAESALPINACEAE

Cassia obtusifolia L.

CONVOLVULACEAE

Ipomoea eriocarpa R. Br.
Ipomoea altoni Lindl.

EUPHORBIACEAE

Acalypha segetalis J.Mueller

FABACEAE

Crotalaria goreensis Guill. and Perr.

LAMIACEAE

Hyptis spicigera Lam.
Leucas martinicensis (Jacq.) R.Br.

PORTULACACEAE

Portulaca quadrifida L.

RUBIACEAE

Mitracarpus villosus (Sw.) DC.
Spermacoce ruelliae DC.
Spermacoce stachydea DC.

TILIACEAE

Corchorus olitorius L.
Corchorus tridens L.

Le mélange Callifor + Gramoxone et la dose forte de Callifor G (4,5 l/ha) maintiennent l'enherbement à un niveau correct pendant environ 40 jours ; Callifor G et Cotoprim à 3 l/ha présentent une efficacité suffisante et équivalente pendant 30 jours.

Cotoprim présente une bonne efficacité sur *C. benghalensis*, alors que les 3 associations restent insuffisamment efficaces sur *I. eriocarpa* :

Produit	l/ha	Efficacité sur les adventices <i>C. benghalensis</i> <i>I. eriocarpa</i> <i>L. martinicensis</i>		
Cotoprim	3	bonne	insuffisante	bonne
Callifor G	3	moyenne	insuffisante	bonne
Callifor + Gramoxone	3	moyenne	insuffisante	bonne

• Traitements sur arachide, en «pré-levée»

Produit commercial	Composition	Doses de référence l/ha	
Igran-Combi	terbutryne 167 + métolachlore	330	3
CAL H 8902	prométryne 250 + linuron	25	3

Les 2 associations présentent dès le 30^e jour une efficacité insuffisante, même à la dose forte, en raison d'un développement très lent de l'arachide.

Igran-Combi présente une efficacité moyenne sur *C. benghalensis* ; les 2 associations se sont montrées inefficaces sur *I. eriocarpa*.

• *Traitements sur maïs, en «pré-levée»*

Produit	l/ha	Efficacité sur les adventices		
		<i>C. benghalensis</i>	<i>I. eriocarpa</i>	<i>L. martinicensis</i>
Igran-Combi	3	moyenne	nulle	moyenne
CAL H 8902	3	nulle	nulle	bonne

• *Traitement sur arachide, en «post-précoce»*

Produit commercial	Composition	Dose de référence l/ha
Cotoprim	terbutryne 167 + métolachlore 333 + 60 G	3

A 3 l/ha, cette association a maintenu l'enherbement à un niveau acceptable jusqu'à 45 jours ; elle a montré une bonne efficacité sur *C. benghalensis* et *L. martinicensis*, moyenne sur *I. eriocarpa*.

• *Traitement sur maïs, en «pré-levée»*

Produit commercial	Composition	Doses de référence l/ha	
Allizine	atrazine 250 + alchlore	250	4
Primextra	atrazine 170 + métolachlore	330	4

A 3 l/ha (soit à la dose 3/4), les 2 associations ont assuré une bonne maîtrise de l'enherbement jusqu'à 60 jours pour la première et 45 jours pour la seconde. Les 2 associations présentent des spectres d'action quasiment semblables.

Produit	l/ha	Efficacité sur les adventices		
		<i>C. benghalensis</i>	<i>I. eriocarpa</i>	<i>L. martinicensis</i>
Allizine	4	bonne	insuffisante	moyenne
Primextra	4	bonne	insuffisante	moyenne

• *Traitement sur maïs, en «post-précoce»*

Produit commercial	Composition	Dose de référence l/ha
Primagram Extra	atrazine + métolachlore + G ⁽¹⁾ (435)	4

(1) G : glyphosate

L'association a assuré une bonne maîtrise de l'enherbement, jusqu'à 30 jours à 3 l/ha, jusqu'à 45 jours à 4 l/ha et jusqu'à 60 jours à 6 l/ha. A 45 jours et à 4 l/ha,

elle présentait une bonne efficacité sur *C. benghalensis*, *L. martinicensis* et même *I. eriocarpa*

• *Traitements sur sorgho, en «pré-levée»*

Produit Commercial	Composition	Dose de référence l/ha	
Propagard	propazine 280 + terbuthylazine	140	3
CAL H 8900	atrazine 350 + linuron	150	3
CAL H 8901	atrazine 180 + propachlore	300	3

A 3 l/ha, les 3 associations assurent une bonne maîtrise de l'enherbement jusqu'à environ 45 jours pour la première et 50 jours pour les 2 autres. Leurs spectres d'action sont voisins ; cependant, le Propagard semble insuffisamment efficace sur les 2 importantes poacées que sont *D. aegyptium* et *D. horizontalis*.

Produit	l/ha	Efficacité sur les adventices		
		<i>C. benghalensis</i>	<i>I. eriocarpa</i>	<i>L. martinicensis</i>
Propagard	3	bonne	moyenne	bonne
CAL H 8900	3	bonne	moyenne	bonne
CAL H 8901	3	bonne	insuffisante	bonne

• *Traitements sur sorgho, post-précoce*

Produit Commercial	Composition	Dose de référence l/ha	
Propagard Extra	propazine 206 + terbuthylazine 106 + G ⁽¹⁾	34	3

G⁽¹⁾ 34 : glyphosate 34

A 3 l/ha, l'association maintient l'enherbement à un niveau acceptable pendant 40 jours ; elle présente une meilleure efficacité que le Propagard sur *D. aegyptium* et *D. horizontalis*.

Produit	Efficacité sur les adventices		
	<i>C. benghalensis</i>	<i>I. eriocarpa</i>	<i>L. martinicensis</i>
Propagard Extra	bonne	bonne	bonne

• *Traitements sur coton et maïs, en post-levée de la culture et des adventices*

Les 2 produits testés, haloxyfop et ABIDM01 sont l'un, graminicide, l'autre anti-adventices latifoliées. Leurs spectres d'efficacité incomplets les rendent globalement insuffisamment efficaces dans les conditions où ils ont été testés.

Conclusion des essais d'efficacité

Tous les produits testés sont insuffisamment efficaces ou inefficaces sur *R. cochinchinensis* (ainsi d'ailleurs que sur *C. obtusifolia*).

C. rotundus est insensible aux herbicides coton et maïs de pré-levée.

Pour ce qui est de *C. benghalensis*, les herbicides céréales de pré-levée à base de chloro-triazines sont efficaces. Certaines associations destinées au coton ou à l'arachide en pré-levée sont moyennement efficaces, en raison vraisemblablement de la présence de terbutryne, de diéthathyléthyl ou de diuron dans leur composition. Les autres herbicides coton ou arachide de pré-levée, à base de prométryne, de fluométuron ou de linuron, sont peu ou pas efficaces. Cependant pour ces dernières associations, l'efficacité peut être sensiblement accrue en post-précoce par l'adjonction d'une molécule agissant par contact sur les adventices déjà levées.

Quant à *I. eriocarpa*, seulement 3 associations de pré-levée se sont montrées moyennement efficaces : diuron 250 + fluométuron 250 à 2000 g/ha sur coton, propazine 280 + terbuthylazine 140 à 1260 g/ha, atrazine 350 + linuron 150 à 1500 g/ha sur sorgho ; en post-précoce, les résultats sont variables : bons sur céréales, moyens sur arachide et mauvais sur coton, sans que l'on puisse justifier cela

d'après les compositions des produits.

La différence de comportement de *C. benghalensis* et d'*I. eriocarpa* face aux applications d'herbicides en post-précoce peut trouver un élément d'explication dans les caractéristiques de leur cycle biologique, mises en évidence grâce aux relevés phénologiques réalisés dans le cadre du projet régional de malherbologie. Les germinations de *C. benghalensis* sont très groupées en juin, et de ce fait une application au moment de la levée atteint une majorité de plantules par rapport au potentiel total de l'espèce. A l'inverse, les germinations d'*I. eriocarpa* s'étalent sur toute la saison pluvieuse et sont très actives durant tout le mois de juillet jusqu'à début août. On conçoit donc que l'impact d'applications en post-précoce soit beaucoup plus aléatoire sur *I. eriocarpa* que sur *C. benghalensis*.

Le cas de *P. pedicellatum* s'apparente à celui de *C. benghalensis* : l'efficacité des différents herbicides testés est variable en pré-levée, alors que les applications en post-précoce sont toujours d'une bonne efficacité, en raison aussi du regroupement des germinations sur une courte période.

Essais de sélectivité

La sélectivité de 6 herbicides (3 sur coton et 3 sur maïs) a été testée dans 5 essais par culture, répartis sur les différents sites d'expérimentation (tabl. 5).

TABLEAU 5

Sélectivité de 6 herbicides. The selectivity of 6 herbicides.

Produits	Composition	Dose de référence l/ha
Coton		
Diiflucal	diéthathyléthyl 275 + fluométuron 225	3
Cotoprim	terbutryne 165 + métolachlore 200 + glyphosate 60	3
Fluorone	diuron 250 + fluométuron 250	4
Maïs		
Allizine	atrazine 170 + alachlore 330	4
Primagram Extra	atrazine + métolachlore + glyphosate (435)	4
ABIDM-01 :	-	1

Résultats

Pour cette première année, la phytotoxicité éventuelle a été appréciée par le nombre de poquets levés au moment du démarrage et les rendements en coton-graine ou maïs-grain. Les résultats globaux sont consignés dans le tableau 6.

Conclusion des essais de sélectivité

On ne note aucune influence des produits testés sur la levée des cotonniers qui est par ailleurs médiocre, ni sur la levée du maïs.

Sur maïs, les trois produits présentent une bonne sélectivité.

Sur cotonnier, l'association diéthathyl-éthyl + fluométuron est très sélective. Globalement, terbutryne + métolachlore + glyphosate et fluométuron + diuron ne sont phytotoxiques qu'avec triplement de la dose efficace. Par contre, on note que terbutryne + métolachlore + glyphosate a présenté une phytotoxicité significative dès le doublement de la dose d'emploi dans un essai sur cinq et que cela s'est produit pour fluométuron + diuron dans 2 essais sur cinq.

TABLEAU 6

Poquets levés à l'époque du démariage et rendements obtenus en coton-graine ou maïs grain (résultats globaux).
Plant stand at thinning and seed cotton or maize grain yield (overall results).

Résultats	Doses	Coton			Maïs		
		Diflucal	Cotoprim	Fluorone	Allizine	Primagram extra	ABIDM-01
Poquets levés	Témoin	58 a	53 a	53 a	79 a	79 a	78 a
% poquets	1	56 a	56 a	57 a	77 a	79 a	76 a
semés	2	58 a	58 a	53 a	78 a	80 a	79 a
	3	58 a	52 a	40 a	77 a	79 a	79 a
Rendements	Témoin	1771 a	1872 a	1637 a	3426 a	3658 a	3497 a
kg/ha	1	1768 a	1916 a	1735 a	3399 a	3654 a	3382 a
	2	1831 a	1786 a	1425 a	3645 a	3726 a	3517 a
	3	1837 a	1400 b	852 b	3631 a	3805 a	3642 a

Note : les moyennes portant la même lettre ne sont pas significativement différentes par le test de Newman ou Keuls, au risque 5 %.

Note: the averages with the same letter were not significantly different in the Newman or Keuls test to 0,05.

Quels développements pour le proche avenir ?

L'utilisation des herbicides ne doit pas rester cantonnée au registre actuel des traitements de post-semis et pré-levée ou post-levée précoce des adventices : elle doit s'élargir à la fois aux traitements de préparation des terres, et de post-levée de la culture et des adventices. Raisonnée au niveau du système de culture et de production, l'utilisation des herbicides, associée à des techniques culturales appropriées, peut jouer un rôle appréciable dans la lutte pour la maîtrise de l'enherbement et aussi de l'érosion.

Ces développements sont conditionnés, en particulier, par la mise au point de produits et d'appareils de traitements nouveaux, en bas volume.

Il faudrait des appareils :

- pour traiter en pré-levée des lignes de semis sur 25 à 30 cm de largeur, l'entretien des interlignes pouvant être fait mécaniquement en culture attelée ou motorisée ;

- pour permettre le traitement en dirigé des interlignes avec des produits non sélectifs, afin de supprimer les sarclage et buttage et de constituer un léger mulch : cela peut s'avérer particulièrement intéressant comme pratique anti-érosive.

En ce qui concerne les produits, les deux aspects suivants sont à souligner.

- D'une part, les traitements de post-levée sont appelés à se développer :

- en «plein» (pour des semis directs sur des sols bien structurés, un nettoyage avant le labour ou après la préparation à la dent : technique du «faux semis») ;

- en dirigé, dans les interlignes de la culture ;

- en mélange extemporané, en post-précoce, avec des herbicides classiques de pré-levée.

Compte-tenu de l'évolution des législations, il apparaît nécessaire de trouver des remplaçants moins toxiques que le paraquat, ayant une efficacité et un coût équivalents.

- D'autre part, la maîtrise des adventices posant problème et restant encore très imparfaite, la recherche de composés chimiques à effet résiduaire efficaces sur ces plantes est à poursuivre.

Nous disposerons, alors, d'un important arsenal de techniques pour réaliser la lutte intégrée contre les mauvaises herbes dans d'excellentes conditions.

Conclusion

L'expérimentation multilocale conduite cette année, sur 4 cultures, en matière d'efficacité et de sélectivité a fourni des résultats intéressants, en particulier pour la lutte contre certaines adventices à problèmes, telles que *Commelina benghalensis* et *Ipomea eriocarpa*. Elle devra

être complétée par des essais d'arrière-effet et des tests pratiques en milieu paysan, car l'intérêt de cette phase est multiple. Elle permet d'intégrer les facteurs agrocultureux qui jouent un rôle sur la qualité des traitements et d'évaluer l'opportunité économique de l'emploi des herbicides.

Références bibliographiques

- BRAUD M., BOUCHY C., DEAT M., DOSSOU N., DUBERNARD J., FRITZ A., KAISER R. ET MEGIE C., 1971. Le désherbage chimique du cotonnier en culture pluviale (Afrique tropicale). *Cot. et Fib. Trop.* 26, 4, 419-428.
- DEAT M., 1981. Méthodes d'essais d'efficacité pratique des herbicides destinés au désherbage des cultures de cotonniers. (Méthode 93). *Société Française de Phytologie et Phytopharmacie*. Versailles. 15 p.
- DEAT M., 1988. Rapport de mission en République Unie du Cameroun. *Doc. IRCT*, 17 p.
- DUBERNARD J., 1971. Une méthode d'étude de l'efficacité de quelques herbicides de préémergence. *Cot. Fib. Trop.* 26 3, 359-362.
- DUBERNARD J., 1975. Programme Coton. *Note technique IRA*. 3 p.
- EKORONG J., 1985. Programme Coton. Section d'Agronomie. *Rapport annuel IRA*.
- MARTIN J., 1988. Rapport préliminaire herbicides. Programme Coton. *Doc. IRA*. 14 p.

Herbicide trials in North Cameroon: recent results and development prospects

J. Martin

Summary

Until now, work on chemical weed control in North Cameroon has been concentrated mainly on the cotton crop. In 1989, a fuller programme was set up, covering the main crops of the region (cotton, maize, sorghum and peanut). Eighteen herbicides were tested in 56 trials at 5 sites with a varied range of soil-climate and floristic characteristics. The results show that none of the products tested were anything more than slightly effective on *R. cochinchinensis* and *C. obtusifolia*, that associations containing a chloro-triazine were effective on *C. benghalensis* and that only three associations (diuron + fluometuron, propazine +

terbutylazine, atrazine + linuron) displayed medium effectiveness on *I. eriocarpa*. Among the products tested, diethyl-ethyl + fluometuron in cotton growing, atrazine + metolachlore, atrazine + metolachlore + glyphosate and ABIDM-01 in maize growing displayed excellent selectivity.

This work should be continued in order to achieve satisfactory weed control. Stress should be laid both on the search for effective substances and spraying techniques and on the technical procedures to be proposed for real farm conditions.

KEY WORDS: cotton, maize, sorghum, peanut, Cameroon, herbicides, association of substances.

Introduction

Most of the work carried out on weed control (except for striga) by IRA in North Cameroon has been performed by the cotton programme agronomy section. It concerned cotton and comprised several studies of weed damage and a herbicide experiment.

Studies of the overall damage caused by weeds in cotton growing were carried out by survey (DUBERNARD, 1974) and experiment (EKORONG, 1985; MARTIN, 1988). They showed that late weeding losses between the 10th and 40th day after sowing ranged from 15 to over 30 kg/ha of seed cotton per day in relation to the optimal day for weeding (generally on about the 10th day). This suggests

that weed control is at least as important as the date of sowing in influencing cotton yields.

Experimentation on the targeting of herbicides which can be used in cotton growing started very early on in 1966. The present methodology was finally adopted in the 1970s. A short synthesis (DEAT, 1988) of the results from 1978 to 1988 showed that after the examination of 30 products for effectiveness, 6 for selectivity, 8 for carry-over and 2 under real conditions, 4 herbicides could be used in cotton growing (dipropetryne 1500 g/ha, dipropetryne + metolachlore 1200 g/ha, prometryne + fluometuron 1500 g/ha, terbutryne + metolachlore 1000 g/ha)*.

* Cotofer, Cotodon, Cotogard 3 l/ha, Igan Combi 400 2.5 l/ha.

However, the "herbicide" aspect has only had a minor position to date in the agronomy part of the cotton programme.

Sodecoton started to extend herbicides in 1976, first for cotton and then for intensive maize and peanut growing. Development was very rapid at first, and use on cotton was kept at an almost constant level at less than 13 000 ha for the whole of the last decade. Herbicides are widely used on maize (over half of the cultivated area) (Table 1).

Herbicides are mainly used in the Bénoué region in the south-east.

Herbicide trials

Methodology

The herbicide research method was designed by IRCT (DUBERNARD, 1971; BRAUD, 1971) and approved by the *Commission des Essais Biologiques* (CEB) of the *Société Française de Phytologie et de Phytopharmacie* in 1981 (DEAT). There are four phases of investigation:

- effectiveness on weed flora (dosages: 3/4, 3/3 and 3/2 of the reference dosage);
- selectivity for the crops envisaged (dosages: single, double and triple effective dose);
- carry-over effect on subsequent crops;
- economic approach.

The first three phases are trials under controlled conditions with 250 l/ha conventional spraying. The final phase consists of on-farm trials with low volume spraying carried out with rotary disc apparatuses. Only phases 1 and 2 were carried out in the first year.

The programme

The programme consisted of 18 products applied to 4 crops at 5 sites in 56 trials. Most of the products were combinations of two active ingredients with persistent effects and mainly belonging to 4 chemical groups; some contained a third active ingredient (glyphosate) which gives them a contact effect (Tables 2 and 3).

The 4 crops were cotton, peanut, maize and sorghum.

The 5 sites (1.5-hectare plots rented from farmers and supervised by 5 seasonal workers) were fairly variable in three ways:

- soils: 4 different types (ferralsitic, ferrimorphic, alluvial soils and planosols);
- flora: 117 different weeds were recorded with the number of species per site varying from 45 to 94;

In 1988, on the occasion of the "*Recherches sur l'intensification et la diversification des zones cotonnières*" project, and taking advantage of the dynamics created by the Regional Weed Project, we proposed that greater emphasis should be given to weed control experimentation on cotton and associated staple crops.

This programme was implemented thanks to support from five manufacturers of agricultural chemicals (Calliope, Ciba-Geigy, Dow-Elanco, Rhône-Poulenc and Roussel-Uclaf).

- climate: cumulated rainfall ranging from 750 to 1150 mm.

The effectiveness trials were performed on four crops and the selectivity trials on cotton and maize. Three types of treatments were used, the first two being the most important:

- post-sowing, pre-emergence treatment of the crop and the weeds ("pre-emergence");
- post-sowing, pre-emergence (crop) and early post-emergence treatment of the weeds ("post-early");
- post-sowing, post-emergence treatment of crop and weeds ("post").

Effectiveness trials

Results

Four series of observations (at 15, 30, 45 and 60 days) and an exhaustive record of the flora at 45 days were carried out to evaluate the overall and specific weed growth in the plots.

About 30 of the 117 weed species recorded in the trials are important (Table 4). In general, the dominant vegetation consists of dicotyledons and Commelinaceae. The most common are *Leucas martinicensis*, *Ipomoea eriocarpa* and *Commelina benghalensis*, the two latter causing the most problems. However, *Rottboellia cochinchinensis* is abundant in certain fields. *Cyperus rotundus* is only observed in limited areas. *Euphorbia heterophylla*, which infests fields in Côte d'Ivoire, was not observed in our experiment although it had been reported sporadically at half a dozen sites in Northern Cameroon.

The main results of the overall effectiveness of the products and their specific activity on the three most common weeds are shown below, crop by crop; distinction is made between the "pre-emergence" and "post-early" procedures.

• *Pre-emergence treatment on cotton*

Commercial product	Composition	Reference dosage l/ha	
Fluorone	fluometuron 250 + diuron	250	4
Diflucal	fluometuron 225 + diethathylethyl	225	3
Cotogard	fluometuron 250 + prometryne	250	3
Callifor	fluometuron 250 + prometryne	250	3

Only Fluorone at 4 l/ha remained effective 45 days after application. All the products were effective for 30 days. The classification - with little difference between the products - was as follows: Fluorone 3 l/ha, Diflucal and Cotogard 3 l/ha and Callifor 3 l/ha.

Their spectra of action were similar, with the following characteristics:

Product	l/ha	Weed control effectiveness		
		<i>C. benghalensis</i>	<i>I. eriocarpa</i>	<i>L. martinicensis</i>
Fluorone	4	medium	medium	good
Diflucal	3	medium	poor	medium
Cotogard	3	poor	poor	medium
Callifor	3	poor	poor	medium

• *"Post-early" treatment on cotton*

Commercial product	Composition	Reference dosage l/ha
Cotoprim	terbutryne 167 + metolachlore 333 + G ⁽¹⁾ 60	3
Callifor G	fluometuron 250 + prometryne 250 + G 80	3
Callifor + Gramoxone	idem Callifor + paraquat 200	3 + 1

(1) G: glyphosate

The Callifor + Gramoxone mixture and the high dosage of Callifor G (4.5 l/ha) kept weed growth at an acceptable level for about 40 days. Callifor G and Cotoprim 3 l/ha displayed equivalent, satisfactory effectiveness for 30 days.

Cotoprim displayed good effectiveness on *C. benghalensis*, whereas the three combinations were not sufficiently effective on *I. eriocarpa*:

Product	l/ha	Weed control effectiveness		
		<i>C. benghalensis</i>	<i>I. eriocarpa</i>	<i>L. martinicensis</i>
Cotoprim	3	good	poor	good
Callifor G	3	medium	poor	good
Callifor + Gramoxone	3	medium	poor	good

• *Pre-emergence treatments on peanut*

Commercial product	Composition	Reference dosage l/ha
Igran-Combi	terbutryne 167 + metolachlore	330
CAL H 8902	prometryne 250 + linuron	250

The two combinations displayed inadequate effectiveness from the 30th day even at the high dosage because of the very slow growth of peanut. Igran-Combi displayed medium effectiveness on *C. benghalensis*; both combinations were ineffective on *I. eriocarpa*.

• *Pre-emergence treatment on maize*

Product	l/ha	Weed control		
		<i>C. benghalensis</i>	<i>I. eriocarpa</i>	<i>L. martinicensis</i>
Igran-Combi	3	medium	zero	medium
CAL H 8902	3	zero	zero	good

• *"Post-early" treatment on peanut*

Commercial product	Composition	Reference dosage l/ha
Cotoprim	terbutryne 167 + metolachlore 333 + 60 G	3

At 3 l/ha, this combination kept weed growth at an acceptable level until 45 days; effectiveness was high on *C. benghalensis* and *L. martinicensis* and medium on *I. eriocarpa*.

• *Pre-emergence treatment on maize*

Commercial product	Composition	Reference dosage l/ha
Allizine	atrazine 250 + alchlore	250
Primextra	atrazine 170 + metolachlore	330

At 3 l/ha (i.e. 3/4 dosage), both combinations gave good weed control until 60 days in the first case and 45 days in the second. The control spectra were very similar.

Product	l/ha	Weed control		
		<i>C. benghalensis</i>	<i>I. eriocarpa</i>	<i>L. martinicensis</i>
Allizine	4	good	poor	medium
Primextra	4	good	poor	medium

• "Post-early" treatment on maize

Commercial product	Composition	Reference dosage l/ha
Primagram Extra	atrazine + metolachlore + G ¹ (435)	4

(1) G: glyphosate

The combination controlled weed growth well for up to 30 days at 3 l/ha, 45 days at 4 l/ha and 60 days at 6 l/ha. Effectiveness on *C. benghalensis*, *L. martinicensis* and even *I. eriocarpa* was good at 45 days at 4 l/ha.

• Pre-emergence treatments on sorghum

Commercial product	Composition	Reference dosage l/ha
Propagard	propazine 280 + Terbutylazine 140	3
CAL H 8900	atrazine 350 + linuron	150
CAL H 8901	atrazine 180 + propachlore	300

At 3 l/ha, weed control was good with the first combination for about 45 days with the other two for 50 days. The spectra of action were similar. However, Propagard did not seem to be sufficiently effective on the two important Poaceae *D. aegyptium* and *D. horizontalis*.

Product	l/ha	Weed control		
		<i>C. benghalensis</i>	<i>I. eriocarpa</i>	<i>L. martinicensis</i>
Propagard	3	good	medium	good
CAL H 8900	3	good	medium	good
CAL H 8901	3	good	poor	good

• "Post-early" treatments on sorghum

Commercial product	Composition	Reference dosage l/ha
Propagard Extra	propazine 206 + terbutylazine 106 + G ¹ 34	3

G¹ 34: glyphosate 34

At 3 l/ha, the combination kept weed growth at an acceptable level for 40 days. It was more effective than Propagard on *D. aegyptium* and *D. horizontalis*.

Product	Weed control		
	<i>C. benghalensis</i>	<i>I. eriocarpa</i>	<i>L. martinicensis</i>
Propagard Extra	good	good	good

• Post-emergence (crop and weeds) treatments on cotton and maize

Two products were tested, Haloxifop, a graminicide, and ABIDM 01, a product for latifoliate weeds. As their spectra of activity are incomplete, they are not sufficiently effective overall under the conditions in which they were tested.

Conclusion of the effectiveness trials

All the products tested were either insufficiently effective or ineffective on *R. cochinchinensis* (and also on *C. obtusifolia*).

C. rotundus was not sensitive to cotton and maize pre-emergence herbicides.

Pre-emergence chloro-triazine herbicides for cereals were effective on *C. benghalensis*. Some combinations for pre-emergence treatment of cotton or peanut were medium effective, probably because they contained terbutryne, diethathylethyl or diuron. The other pre-emergence herbicides for cotton or peanut and based on prometryne, fluometuron or linuron were slightly effective or not effective. However, the effectiveness of the latter combinations can be increased considerably in "post-early" treatment by adding a substance with a contact effect on the weeds which have already emerged.

Only three pre-emergence combinations were found to be medium effective on *I. eriocarpa*: diuron 250 + fluometuron 250 at 2000 g/ha on cotton, propazine 280 + terbutylazine 140 at 1260 g/ha and atrazine 350 + linuron 150 at 1500 g/ha on sorghum. The results of "post-early" treatments varied: they were good on cereals, medium on peanut and poor on cotton, although this could not be justified from the composition of the products.

The difference in the behaviour of *C. benghalensis* and *I. eriocarpa* when treated with "post-early" herbicides might be partly explained by the characteristics of their biological cycles, as revealed by the phenological observations made within the framework of the regional weed research project.

Germination of *C. benghalensis* is closely grouped in June, and hence application at emergence affects most of the seedlings considered as a proportion of the total potential of the species. In contrast, germination of *I. eriocarpa* is spread throughout the rainy season and is considerable throughout July until the beginning of August. The impact of "post-early" applications may therefore be much more uncertain on *I. eriocarpa* than on *C. benghalensis*.

The case of *P. pedicellatum* is similar to that of *C. benghalensis*; the effectiveness of the different herbicides tested varied in pre-emergence application whereas

"post-early" application was always effective, also because of the grouping of germination over a short period.

Selectivity trials

The selectivity of 6 herbicides (3 on cotton and 3 on maize) was tested in 5 trials per crop at the different experimental sites (Table 5).

Results

Possible phytotoxicity was evaluated in this first year of trials by the plant stand at thinning and seed cotton or maize grain yield. The overall results are shown in Table 6.

Conclusions of the selectivity trials

No influence of the products tested was observed on the emergence of the cotton plants (which was mediocre) or on the emergence of maize.

The three products displayed good selectivity on maize. On cotton, the diethatyl-ethyl + fluometuron combination was extremely selective. As a whole, terbutryne + metolachlore + glyphosate and fluometuron + diuron were only phytotoxic when the effective dosage was tripled. In contrast, it was noted that terbutryne + metolachlore + glyphosate displayed significant phytotoxicity in one trial out of five as soon as the dosage was doubled. The same occurred with fluometuron + diuron in two trials out of five.

Prospects for the near future

The use of herbicides must not remain limited to the present range of post-sowing and pre or early post-emergence weed control. It should be broadened to soil preparation and post-emergence treatments (crop and weeds). When planned at the level of cropping and the farming system, the use of herbicides combined with appropriate cultural techniques can play an appreciable role in weed and erosion control.

Such developments depend in particular on the design of new products and range of low volume spraying apparatus. The latter must be able to:

- perform 25-30 cm wide pre-emergence treatment of sown rows; inter-row maintenance can be carried out mechanically with animal traction or motorised implements;

- direct spraying between rows with non-selective products to eliminate hoeing and ridging and to create a light mulch. This can be particularly effective as an erosion control technique.

The two following aspects are to be stressed on the subject of the products used:

- firstly, post-emergence treatments will develop:

- broadcast spraying (for direct sowing in well-structured soils, cleaning before ploughing or after tine cultivation: delayed sowing

- directed spraying between crop rows.

- as extemporaneous mixtures with "post-early" application using classic pre-emergence herbicides.

Given the trend in legislation, it appears to be necessary to find less toxic replacements for paraquat with similar effectiveness and price.

- In addition, since the control of difficult weeds is still far from being perfect, research should be continued on compounds with effective residual control of these plants.

We shall thus have a considerable range of techniques for excellent integrated control of weeds.

Conclusion

The multisite trials carried out this year on the effectiveness and selectivity on four crops has given interesting results, especially for the control of a number of difficult weeds such as *Commelina benghalensis* and *Ipomea eriocarpa*. The work must be completed by

carry-over trials and practical on-farm trials. This phase is interesting in several ways. It makes it possible to integrate agricultural and cropping factors which play a role in the quality of treatment and to evaluate the economic appropriateness of the use of herbicides.

— — — — —

La experimentación de productos herbicidas en el Norte del Camerún: resultados recientes y perspectivas de desarrollo

J. Martin

Resumen

Hasta la fecha, los trabajos sobre el deshierbe químico en el Norte del Camerún se referían esencialmente al cultivo algodónero. En 1989 se ha llevado a cabo un programa más detallado sobre los principales cultivos de dicha región (algodón, maíz, sorgo, cacahuete). Se han utilizado 18 productos insecticidas en 56 ensayos repartidos en 3 sitios que presentan una gran diversidad de características pedoclimáticas y florísticas.

Los resultados obtenidos muestran que todos los productos utilizados tienen poco o ningún efecto sobre *R. cochinchinensis* y *C. obtusifolia*, que las combinaciones que contienen clorotriacina son eficaces contra *C. benghalensis* y que sólo 3 combinaciones

(diurón + fluometurón + propacina + terbutilacina + atracina + linurón) son medianamente eficaces contra *L. eriocarpa*.

Entre los productos sometidos a prueba, dietatiltetrlil + fluometurón en cultivo algodónero, atracina + metolaclo, atracina + metolaclo + glifosato y ABIDM-01 en cultivo de maíz presentan una excelente selectividad para estos cultivos.

Para luchar eficazmente contra estas adventicias conviene ir más adelante en estos trabajos, haciendo hincapié tanto en la búsqueda de moléculas y de técnicas de tratamiento eficaces como en el estudio de itinerarios técnicos propuestos en medio real.

PALABRAS CLAVE: herbicidas, Camerún, combinaciones de productos.